

5

10 Kraftstoff-Einspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine

Stand der Technik

- 15 Die Erfindung betrifft eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine, mit einem Gehäuse, mit mindestens einem Ventilelement, welches mit einem Ventilsitz an einem Einspritzende des Gehäuses zusammenarbeitet und dem mindestens zwei gehäusesseitige
- 20 Kraftstoff-Austrittskanäle zugeordnet ist.

Eine solche Kraftstoff-Einspritzvorrichtung ist aus der DE 40 23 223 A1 bekannt. Diese zeigt einen Injektor mit zwei koaxialen Ventilnadeln. Die Ventilnadeln werden jeweils von

25 einer Schraubendruckfeder gegen einen Ventilsitz gedrückt. Von diesem werden sie gegen die Beaufschlagungskraft der Schraubendruckfedern weggedrückt, wenn der Druck des Kraftstoffs im Bereich des Ventilsitzes erhöht wird.

- 30 Die Kraftstoff-Austrittsöffnungen des inneren Ventilelements sind stromabwärts vom Ventilsitz angeordnet und gehen von einem Sackloch aus. Das innere Ventilelement arbeitet also mit einer "Sacklochdüse" zusammen. Das äußere Ventilelement hat seinen Sitz in unmittelbarer Nähe zu der
- 35 Kraftstoff-Austrittsöffnung. Dieses wird als "Sitzlochdüse"

bezeichnet.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung der eingangs genannten Art so  
5 weiterzubilden, dass die Kraftstoffverteilung auf die einzelnen Spritzlöcher möglichst symmetrisch ist und das Abgasverhalten der Brennkraftmaschine verbessert wird.

Diese Aufgabe wird bei einer Kraftstoff-  
10 Einspritzvorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die einem Ventilelement (36) zugeordneten Kraftstoff-Austrittskanäle (68) durch eine Ringnut (66) fluidisch miteinander verbunden sind.

#### 15 Vorteile der Erfindung

Bei der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung können die Vorteile von Sacklochdüsen bei Kraftstoff-Austrittskanälen realisiert werden, welche an beliebigen  
20 Stellen der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung angeordnet sind. Bisher waren Sacklochdüsen auf die Realisierung mit einem zentrischen Sackloch im Gehäuse der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung beschränkt. Da eine Ringnut jedoch an  
beinahe jeder beliebigen Stelle anbringbar ist, erhält man  
25 nun einen deutlich größeren Freiraum bei der Positionierung der Kraftstoff-Austrittskanäle.

Darüber hinaus werden zwar zum einen die Vorteile einer Sacklochdüse bei der erfindungsgemäßen Kraftstoff-  
30 Einspritzvorrichtung an beliebigen Kraftstoff-Austrittskanälen realisierbar, gleichzeitig werden jedoch die Nachteile von Sacklochdüsen reduziert, da der Strömungsraum je nach Querschnittsfläche der Ringnut vergleichsweise klein gehalten werden kann.

Durch die Ringnut wird eine äußerst symmetrische Kraftstoffverteilung auf die einzelnen, beliebig positionierbaren Kraftstoff-Austrittskanäle einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung ermöglicht, und gleichzeitig wird das Emissionsverhalten der Brennkraftmaschine verbessert.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

In einer ersten Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass die Ringnut im Gehäuse ausgebildet ist. Aufgrund der im Bereich des Einspritzendes ohnehin relativ großen Wanddicke des Gehäuses führt eine derartige Ringnut zu keinen Festigkeitseinbußen.

Möglich ist aber auch, dass die Ringnut im Ventilelement ausgebildet ist. Dort ist sie aufgrund der guten Zugänglichkeit relativ einfach und preiswert einbringbar.

Schließlich kann aber auch eine Ringnut sowohl im Gehäuse und eine weitere im Ventilelement ausgebildet werden. In diesem Fall kann ein relativ großer Gesamtquerschnitt realisiert werden, welcher die Kraftstoff-Austrittskanäle miteinander verbindet, bei gleichzeitig geringen Festigkeitseinbußen.

Wenn die Ringnut in etwa halbkreisförmigen Querschnitt aufweist, ist sie einfach einbringbar. Sie kann aber auch einen asymmetrischen Querschnitt aufweisen mit einer stromaufwärts vom Kraftstoff-Austrittskanal insgesamt geringeren Krümmung als stromabwärts. Dies könnte beispielsweise zu einem halbtropfenförmigen Querschnitt führen, was strömungstechnisch Vorteile hat.

Besonders bevorzugt ist jene Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, welche mindestens zwei koaxiale Ventilelemente aufweist, wobei die Ringnut im Bereich der Kraftstoff-Austrittskanäle des radial äußeren Ventilelements vorhanden ist, und wobei die Kraftstoff-Austrittskanäle des radial inneren Ventilelements von einem zentrischen Sackloch ausgehen, welches am Einspritzende des Gehäuses ausgebildet ist.

Bei einer derartigen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung weisen also im Grunde alle Kraftstoff-Austrittskanäle die Eigenschaften von Sacklochdüsen auf. Dabei arbeitet nur das radial innere Ventilelement mit einem klassischen zentrischen Sackloch zusammen, wohingegen das radial äußere Ventilelement aufgrund der Ringnut Eigenschaften einer Sacklochdüse aufweist.

#### Zeichnung

Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Kraftstoffsystems einer Brennkraftmaschine mit mehreren Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen;

Figur 2 einen teilweisen Schnitt durch eine der Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen von Figur 1;

Figur 3 eine Detaildarstellung III der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung von Figur 2;

Figur 4 eine Darstellung ähnlich Figur 3 eines abgewandelten Ausführungsbeispiels einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung;

5 Figur 5 eine Darstellung ähnlich Figur 3 eines nochmals abgewandelten Ausführungsbeispiels einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung; und

10 Figur 6 eine Darstellung ähnlich Figur 3 eines nochmals abgewandelten Ausführungsbeispiels einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

15 In Figur 1 trägt ein Kraftstoffsystem einer Brennkraftmaschine insgesamt das Bezugszeichen 10. Die Brennkraftmaschine selbst ist weiter im Detail nicht dargestellt.

20 Das Kraftstoffsystem 10 umfasst einen Kraftstoffbehälter 12, aus dem eine elektrische Niederdruck-Kraftstoffpumpe 14 den Kraftstoff in eine Niederdruck-Kraftstoffleitung 16 fördert. Diese führt zu einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe 18. Bei dieser handelt es sich um eine Kolbenpumpe, welche von  
25 einer Nockenwelle (nicht dargestellt) der Brennkraftmaschine angetrieben wird. Sie komprimiert den Kraftstoff auf einen sehr hohen Druck und fördert ihn zu einer Kraftstoff-Sammelleitung 20, in der der Kraftstoff unter hohem Druck gespeichert ist.

30 An die Kraftstoff-Sammelleitung 20 sind mehrere Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 22 angeschlossen. Hierzu verfügen diese über einen Hochdruckanschluss 24. Die Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 22 spritzen den Kraftstoff direkt in  
35 ihnen jeweils zugeordnete Brennräume 26 ein. Der Betrieb

der Brennkraftmaschine ganz allgemein, des Kraftstoffsystems 10 und insbesondere der Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 22 wird von einem Steuer- und Regelgerät 23 gesteuert bzw. geregelt.

5

Der Aufbau einer der Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 22 wird nun im Detail unter Bezugnahme auf die Figuren 2 bis 4 erläutert. Dabei sind in Figur 2 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht alle Bezugszeichen eingetragen.

10

Die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 22 umfasst ein längliches Gehäuse 30. In diesem ist eine längliche Ausnehmung 32 vorhanden. In der Ausnehmung sind coaxial zueinander zwei Ventilelemente 34 und 36 angeordnet. Diese werden von Schraubendruckfedern 38 bzw. 40 in Richtung zum in Figur 2 unteren Ende der Ausnehmung 32 beaufschlagt. Das in Figur 2 untere Ende des Gehäuses 30 trägt das Bezugszeichen 41 und wird nachfolgend auch als "Einspritzende" bezeichnet und ist in den Figuren 3 und 4 genauer dargestellt.

20

Das innere Ventilelement 34 läuft an seinem in den Figuren 2 und 3 unteren Ende konisch spitz zu. Dabei weist es zwei Bereiche unterschiedlicher Konizität auf, zwischen denen eine Dichtkante 42 gebildet wird. Der Bereich radial

25

auswärts von der Dichtkante 42 bildet eine Druckfläche 44, auf deren Funktion weiter unten noch stärker im Detail eingegangen werden wird. Die Dichtkante 42 arbeitet mit einem gehäuseseitigen Ventilsitz 46 zusammen.

30

Das radial äußere Ventilelement 36 ist rohrförmig. Es weist auf seiner äußeren Mantelfläche in etwa auf Höhe seiner axialen Mitte einen konischen Absatz auf, der eine Druckfläche 48 bildet (Figur 2). Im Bereich der Druckfläche

35

48 ist in der Ausnehmung 32 eine ringförmige Erweiterung

vorhanden, welche einen Druckraum 50 darstellt. Dieser ist über einen Hochdruckkanal 52 mit dem Hochdruckanschluss 24 verbunden. Oberhalb des Druckraums 50 entspricht der Innendurchmesser der Ausnehmung 32 im Gehäuse 30 in etwa dem Außendurchmesser des äußeren Ventilelements 36. Dieses ist auf diese Weise im Gehäuse 30 fluiddicht und gleitend geführt. Unterhalb des Druckraums 50 hat das Ventilelement 36 einen etwas kleineren Außendurchmesser als der Innendurchmesser der Ausnehmung 32. Hierdurch wird zwischen dem äußeren Ventilelement 36 und der Ausnehmung 32 ein ringförmiger Strömungskanal 54 gebildet, welcher bis zum Einspritzende 41 führt.

Das äußere Ventilelement 36 wird im Gleitsitz vom inneren Ventilelement 34 geführt. Sein in den Figuren 2 und 3 unteres Ende verjüngt sich ebenfalls konisch mit zwei Bereichen unterschiedlicher Konizität. Zwischen diesen beiden Bereichen unterschiedlicher Konizität ist eine Dichtkante 56 vorhanden, welche analog zum Ventilelement 34 mit einem Ventilsitz 58 zusammenarbeitet. Der konische Bereich radial außerhalb von der Dichtkante 56 stellt wiederum eine Druckfläche 60 dar, deren Funktion weiter unten erläutert ist.

Die Ausnehmung 32 im Bereich des Einspritzendes 41 endet in einem zentrischen Sackloch 62. Von diesem erstrecken sich nach radial auswärts mehrere Kraftstoff-Austrittskanäle 64. Diese sind gleichmäßig über den Umfang am Einspritzende 41 des Gehäuses 30 verteilt.

Zwischen dem Ventilsitz 46 des inneren Ventilelements 34 und dem Ventilsitz 58 des äußeren Ventilelements 36 ist in die Innenwand der Ausnehmung 32 eine umlaufende und zur Längsachse der Ausnehmung 32 konzentrische Ringnut 66 eingebracht. Diese hat kreissegmentförmigen Querschnitt.

Von der umlaufenden Ringnut 66 erstrecken sich nach radial außen mehrere Kraftstoff-Austrittskanäle 68. Diese sind ebenfalls über den Umfang des Einspritzendes 41 des Gehäuses 30 verteilt angeordnet. Die umlaufende Ringnut 66 ist besonders gut in Figur 4 sichtbar, welche das Einspritzende 41 des Gehäuses 30 unter Weglassung der beiden Ventilelemente 34 und 36 zeigt.

Die in den Figuren 2 bis 4 dargestellte Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 22 arbeitet folgendermaßen: Bei geringer und mittlerer Last genügt es, wenn vergleichsweise wenig Kraftstoff von der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 22 in den Brennraum 26 eingespritzt wird. In diesem Fall wird der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 20 auf hier nicht näher interessierende Art und Weise auf ein vergleichsweise niedriges Niveau eingeregelt. Wenn eine Einspritzung erfolgen soll, wird durch ein in Figur 1 nicht dargestelltes Steuerventil der Hochdruckanschluss 24 mit der Kraftstoff-Sammelleitung 20 verbunden. Hierdurch steigt der Druck im Druckraum 50 an, in der Folge auch im ringförmigen Strömungskanal 54. Somit steigt die an der Druckfläche 60 wirkende hydraulische Kraft.

Der Kraftstoffdruck ist dabei so hoch gewählt, dass die an der Druckfläche 60 angreifende hydraulische Kraft ausreicht, um das äußere Ventilelement 36 gegen die Beaufschlagungskraft der Schraubendruckfeder 40 nach oben zu drücken, so dass die Dichtkante 56 vom Ventilsitz 58 abhebt. Hierdurch kann Kraftstoff in die umlaufende Ringnut 66 und von dort über die Kraftstoff-Austrittskanäle 68 in den der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 22 zugeordneten Brennraum 26 gelangen. Der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 20 ist dabei jedoch nur so hoch gewählt, dass die bei geöffnetem Ventilelement 36 an der Druckfläche 48



des inneren Ventilelements 34 angreifende hydraulische Kraft nicht ausreicht, um das innere Ventilelement 34 vom Ventilsitz 46 abzuheben.

- 5 In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel kann das Ventilelement 36 mit einem Steuerraum verbunden sein, welcher von einer Druckfläche begrenzt wird, deren Kraftresultierende in Schließrichtung wirkt. Wenn der Druck in dem Steuerraum kurzzeitig abgesenkt wird, wird das  
10 Ventilelement 36 aufgrund des weiterhin an der Fläche 60 anliegenden hohen Drucks vom Ventilsitz abgehoben, so dass Kraftstoff ausströmen kann.

- Durch die umlaufende Ringnut 66 werden dabei die positiven  
15 Eigenschaften einer Sacklochdüse realisiert: Insbesondere kommt es durch die Kommunikation der einzelnen über den Umfang verteilten Kraftstoff-Austrittskanäle 68 zu einem relativ gleichmäßigen Spritzbild.

- 20 Bei hohen Lasten der Brennkraftmaschine soll eine Einspritzung von Kraftstoff zum einen durch die Kraftstoff-Austrittskanäle 68 und zum anderen zusätzlich durch die Kraftstoff-Austrittskanäle 64 erfolgen. Hierzu wird der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 20 erhöht, was sich  
25 bei geöffnetem Steuerventil in einer entsprechenden Erhöhung des Drucks im Druckraum 50, im ringförmigen Strömungskanal 54, und an den Druckflächen 60 und 48 der Ventilelement 36 und 34 ausdrückt. Der Druck ist nun so hoch gewählt, dass die an der Druckfläche 48 des  
30 Ventilelements 34 angreifende hydraulische Kraft ausreicht, um das Ventilelement 34 gegen die Beaufschlagungskraft der Schraubendruckfeder 38 vom Ventilsitz 46 abzuheben. Durch den sich nun zwischen der Dichtkante 42 und dem Ventilsitz 46 ergebenden Spalt kann der Kraftstoff in das zentrische  
35 Sackloch 62 und von dort über die Kraftstoff-

Austrittskanäle 64 in den Brennraum 26 austreten. Gleichzeitig tritt natürlich auch Kraftstoff über die umlaufende Ringnut 66 und die Kraftstoff-Austrittskanäle 68 in den Brennraum 26 aus.

5

Eine mögliche Variante einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 22 ist in Figur 5 dargestellt. In dieser tragen solche Bereiche und Elemente, welche äquivalente Funktionen zu Bereichen und Elementen des in den Figuren 2 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispiels aufweisen, die gleichen Bezugszeichen, und sie sind nicht nochmals im Detail erläutert.

Der Unterschied der in Figur 5 dargestellten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 22 zu der in den Figuren 2 bis 4 dargestellten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 22 betrifft die Position der umlaufenden Ringnut 66. Diese ist bei der in Figur 5 dargestellten Ausführungsform nicht in die Innenwand der Ausnehmung 32 des Gehäuses 30 eingebracht, sondern in die radial innen von der Dichtkante 56 liegende konische Endfläche des äußeren Ventilelements 36.

Eine nochmals abgewandelte Ausführungsform einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 22 ist in Figur 6 dargestellt. Auch hier gilt, dass solche Elemente und Bereiche, welche äquivalente Funktionen zu Elementen und Bereichen der Figuren 2 bis 5 aufweisen, die gleichen Bezugszeichen tragen und nicht mehr im Detail erläutert sind.

30

Im Grunde besteht das in Figur 6 dargestellte Ausführungsbeispiel aus einer Kombination einerseits einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 22 gemäß den Figuren 2 bis 4 und andererseits einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 22 gemäß Figur 5: Bei der in Figur 6 dargestellten Kraftstoff-

35

Einspritzvorrichtung 22 sind nämlich zwei umlaufende Ringnuten 66a und 66b vorhanden, wobei die eine in der Innenwand der Ausnehmung 32 des Gehäuses 30 vorhanden ist, wohingegen die andere in der radial innen von der Dichtkante 56 liegenden konischen Fläche des äußeren Ventilelements 36 angeordnet ist. Auf diese Weise wird ein beinahe kreisförmigen Querschnitt aufweisender Ringraum geschaffen, von dem die Kraftstoff-Austrittskanäle 64 aus verlaufen.

5

## Ansprüche

10

1. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (22) für eine Brennkraftmaschine, mit einem Gehäuse (30), mit mindestens einem Ventilelement (36), welches mit einem Ventilsitz (58) an einem Einspritzende des Gehäuses (30) zusammenarbeitet und dem mindestens zwei gehäusesseitige Kraftstoff-Austrittskanäle (68) zugeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die einem Ventilelement (36) zugeordneten Kraftstoff-Austrittskanäle (68) durch eine Ringnut (66) fluidisch miteinander verbunden sind.
- 20 2. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (22) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringnut (66; 66a)) im Gehäuse (30) ausgebildet ist.
3. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (22) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringnut (66; 66b)) im  
25 Ventilelement (36) ausgebildet ist.
4. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (22) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Ringnut (66a) im Gehäuse (30) und eine weitere (66b) im Ventilelement (36) ausgebildet ist.
- 30 5. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (22) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die

Ringnut (66) in etwa halbkreisförmigen Querschnitt aufweist.

5 6. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (22) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringnut einen asymmetrischen Querschnitt aufweist mit einer stromaufwärts von den Kraftstoff-Austrittskanälen insgesamt geringeren Krümmung als stromabwärts.

10 7. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (22) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens zwei koaxiale Ventilelemente (34, 36) aufweist, wobei die Ringnut (66) im Bereich der Kraftstoff-Austrittskanäle (68) des radial äußeren Ventilelements (36) vorhanden ist, und wobei die Kraftstoff-Austrittskanäle (64) des radial inneren Ventilelements (34) von einem  
15 zentrischen Sackloch (62) ausgehen, welches am Einspritzende des Gehäuses (30) ausgebildet ist.

5

10

### Zusammenfassung

Eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (22) für eine  
15 Brennkraftmaschine umfasst ein Gehäuse (30) und mindestens  
ein Ventilelement (34, 36). Dieses arbeitet mit einem  
Ventilsitz (46, 58) an einem Einspritzende des Gehäuses  
(30) zusammen. Dem Ventilelement (34, 36) sind mehrere  
20 gehäuseseitige Kraftstoff-Austrittskanäle (64, 68)  
zugeordnet. Es wird vorgeschlagen, dass im Bereich des  
Beginns der Kraftstoff-Austrittskanäle (68) ein  
Strömungsraum vorhanden ist, welcher durch mindestens eine  
zur Längsachse des Ventilelements (36) konzentrische  
Ringnut (66) gebildet wird. (Figur 2)

25

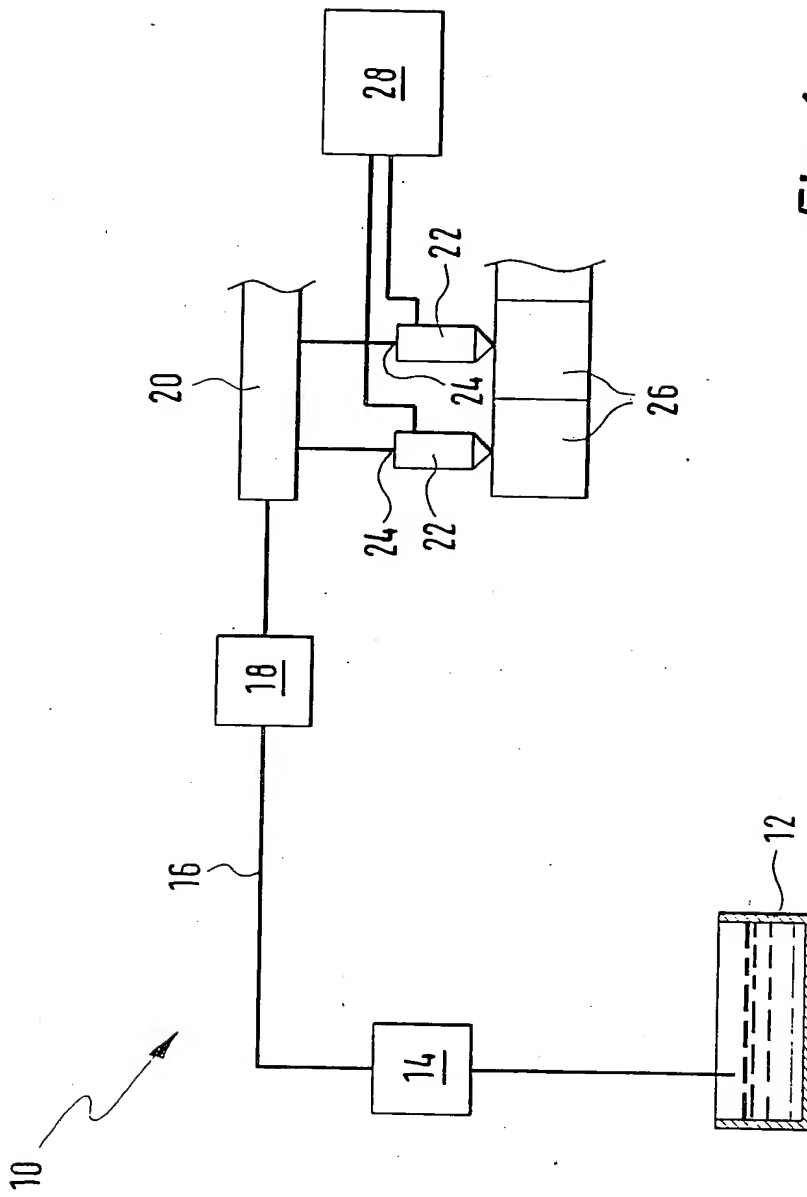
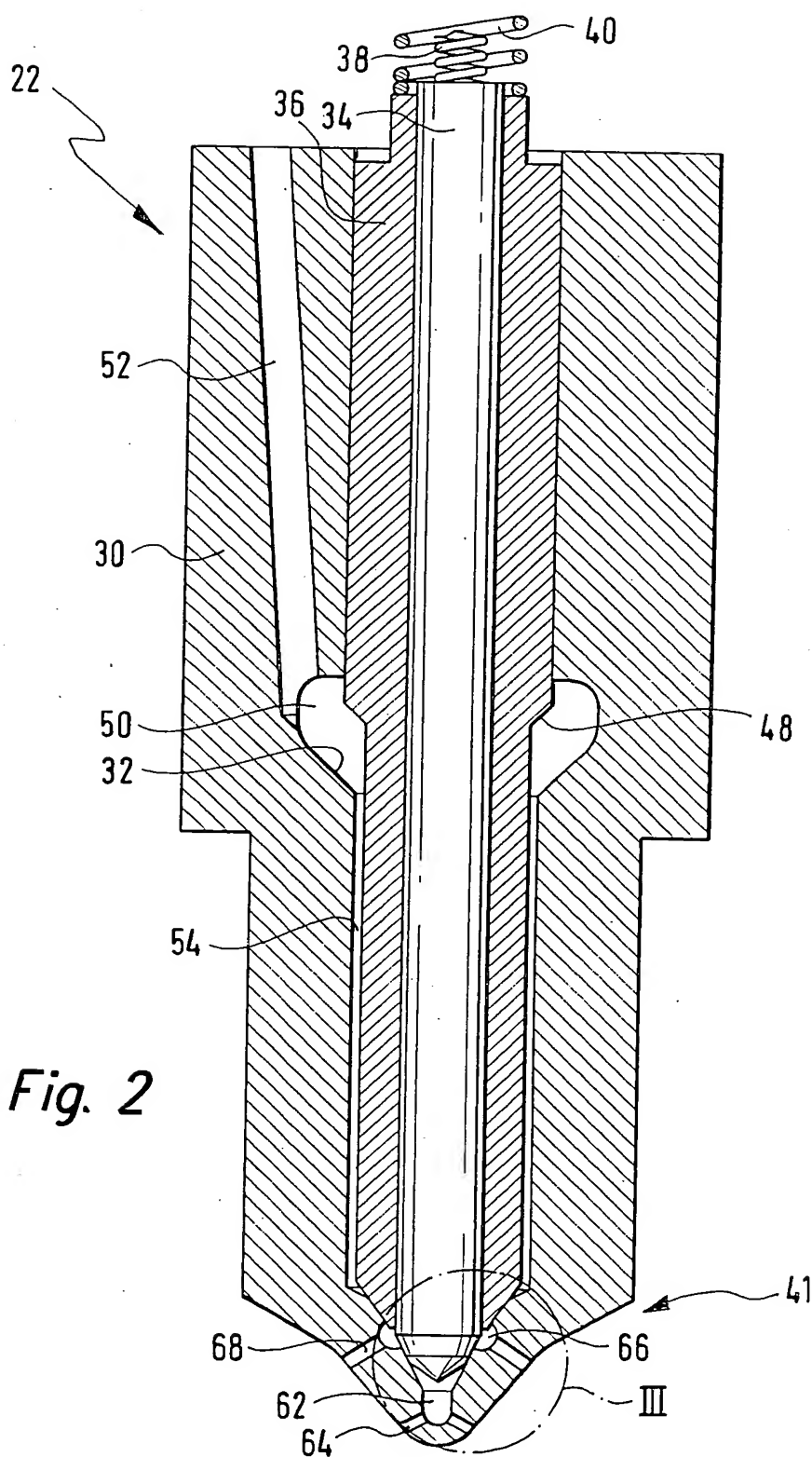
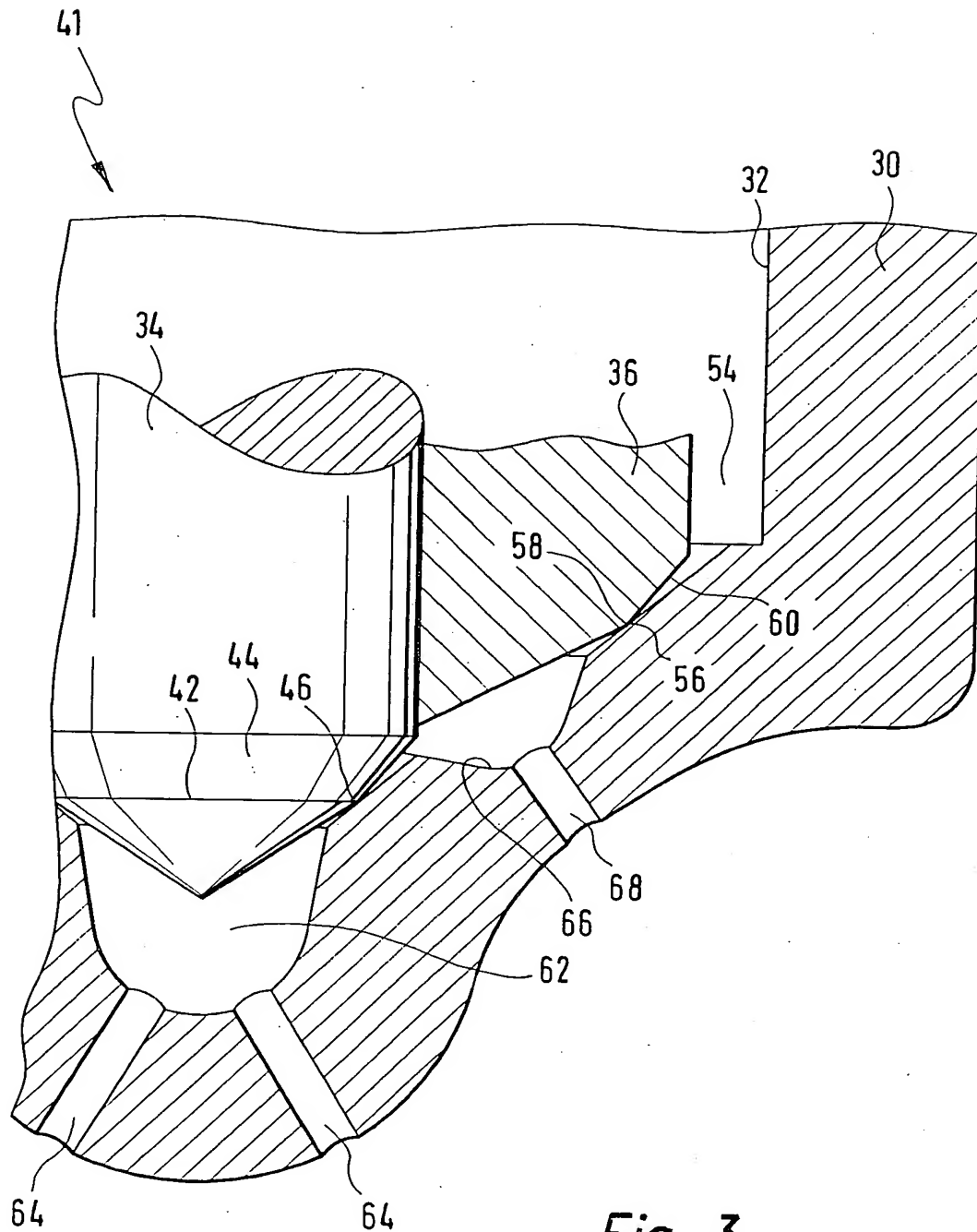
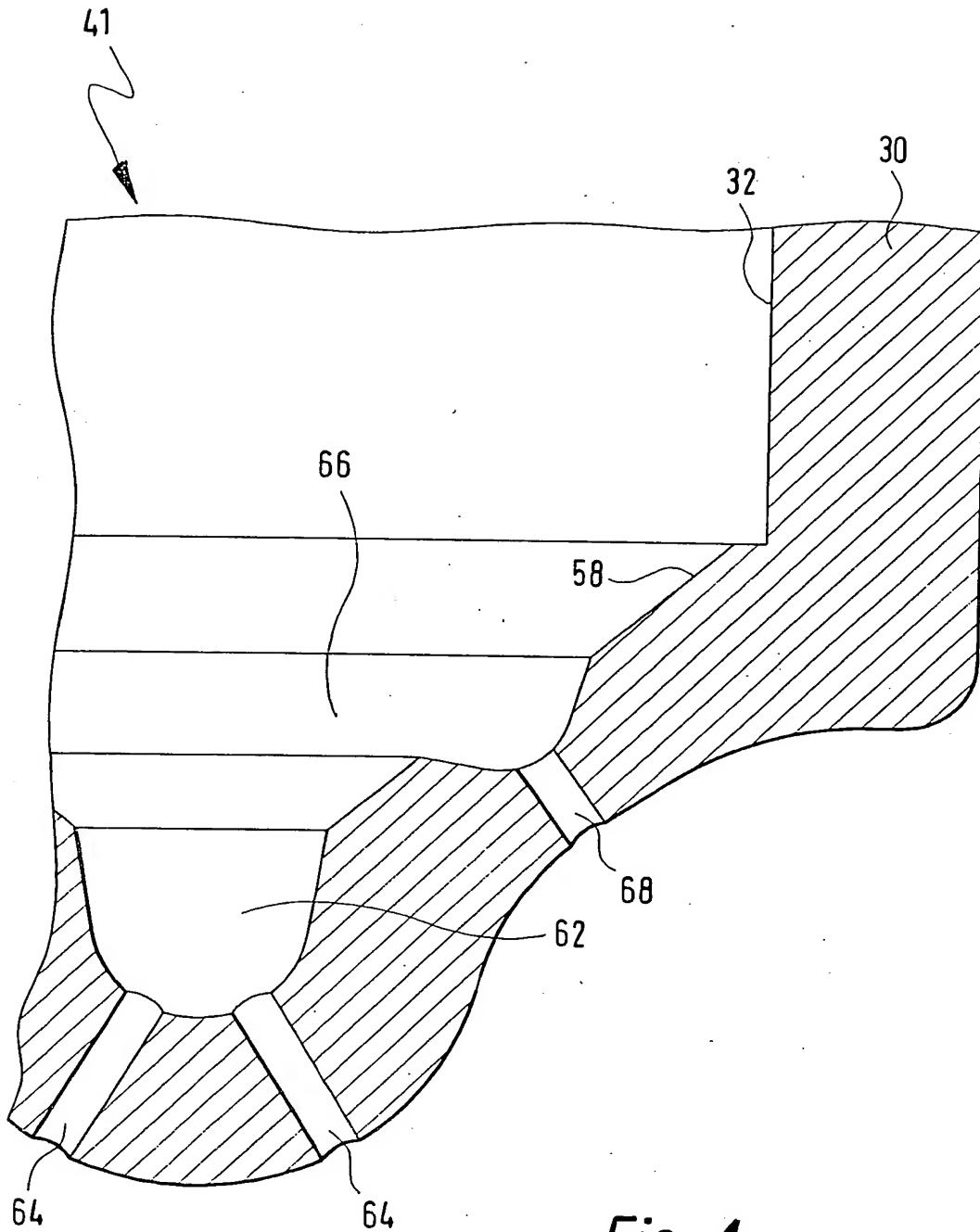


Fig. 1





*Fig. 3*

*Fig. 4*

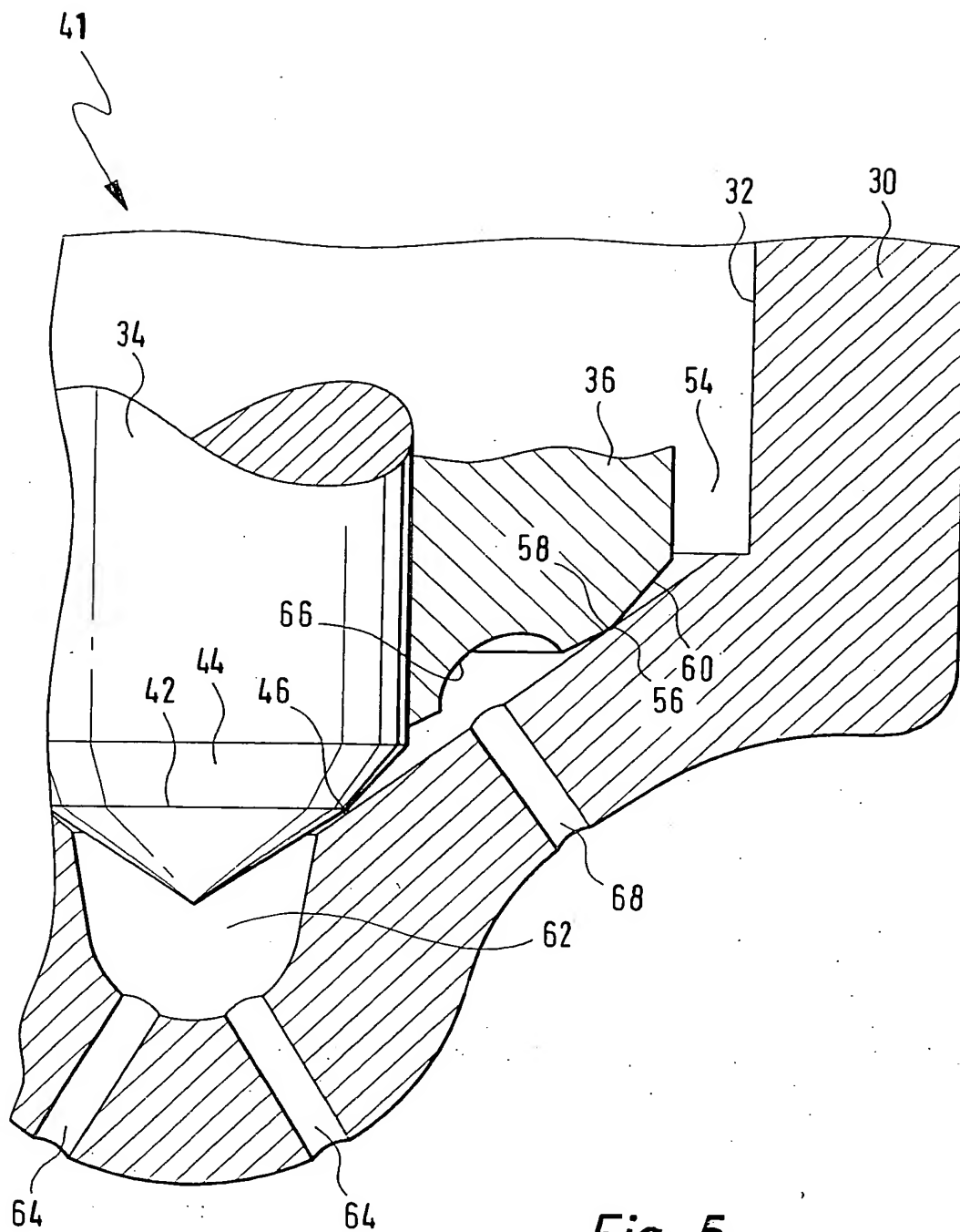
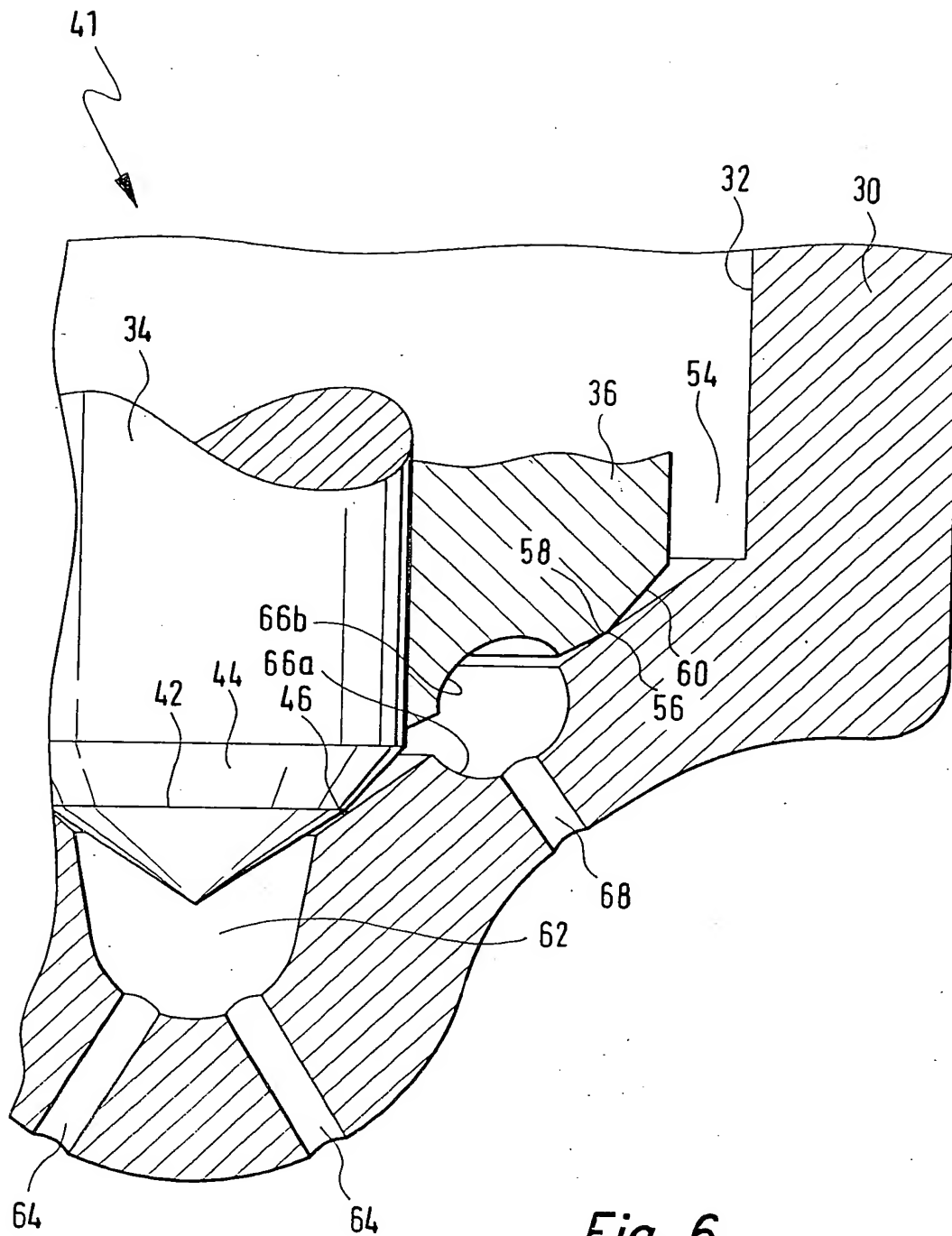


Fig. 5

*Fig. 6*